



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk Pada Sambungan Pipa Baja dengan Menggunakan *Kanpe Clear NF* Sebagai Pengganti Las

Ilham Chaerul Rizqi Siregar¹⁾, Hartono Yudo¹⁾, Kiryanto¹⁾

¹⁾ Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: ilham.x10@gmail.com

Abstrak

Fibreglass Reinforced Plastic (FRP) merupakan suatu bahan yang menyerupai lapisan tipis dari polimer yang terdiri dari serat karbon, serat, dan epoxy. *Fibreglass Reinforced Plastic* (FRP) penguatan luar dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan geser, lentur, dan tekan. Pada prinsipnya konsep ini digunakan menjadi bahan alternatif pemeliharaan pipa terhadap korosi, meningkatkan kekakuan dan mencegah kebocoran pada sambungan pipa tanpa membuat cacat. Proses ini dapat mengurangi kerusakan tanpa harus membuat cacat permukaan. Dalam penelitian ini terdapat 3 variasi sambungan yaitu, las, resin, dan campuran. Untuk bahan resin nya digunakan *Kanpe Clear NF* dan *Catalyst Hardener* dengan komposisi 2 : 1 (oleh berat). Hasil pengujian didapatkan kuat tarik rata - rata untuk variasi las sebesar 301,8 N/mm², untuk variasi resin didapatkan nilai sebesar 29,0 N/mm², dan untuk yang campuran sebesar 304,9 N/mm² mengalami kenaikan kekuatan 5% dari variasi las biasa, untuk hasil rata - rata pengujian tekuk variasi las didapatkan sebesar 49,6 N/mm², untuk variasi resin di dapatkan hasil 24,0 N/mm², dan yang terakhir untuk variasi campuran rata – rata nya sebesar 52,9 N/mm² mengalami kenaikan kekuatan 5% dari variasi las biasa.

Kata Kunci : resin *kanpe clear nf*, pengelasan smaw, kekuatan tarik, kekuatan tekuk.

1. PENDAHULUAN

Alternatif untuk penguatan struktur dapat dilakukan dengan menerapkan *Fibreglass Reinforced Plastic* (FRP). FRP merupakan suatu bahan yang menyerupai lapisan tipis dari polimer yang terdiri dari serat karbon, serat, dan epoxy. FRP penguatan luar dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan geser, lentur, dan tekan^[1].

Pada prinsipnya, konsep ini digunakan menjadi bahan alternatif pemeliharaan pipa terhadap korosi, meningkatkan kekakuan dan mencegah kebocoran pada sambungan pipa tanpa membuat cacat. Menerapkan komposit, tidak perlu untuk melakukan pengelasan berat atau alat potong untuk memperbaiki daerah yang rusak. Dengan kata lain, sebagai metode alternatif yang lebih efisien, tahan lama yang dapat dilakukan dalam waktu singkat, dan yang lebih penting lagi pencemaran lingkungan dapat dikurangi^[2].

Resin Epoxy biasa digunakan sebagai bahan adhesif dan lapisan pelindung yang sangat baik karena memiliki kekuatan yang tinggi, dan daya rekat yang kuat. Selain itu epoxy juga baik dalam ketahanan terhadap bahan kimia, sifat dielektrik dan sifat isolasi, penyusutan rendah, stabilitas dimensi dan ketahanan lelahnya^[3]. Karena Ketahanan korosi yang baik, ketahanan dan kekuatan tinggi untuk rasio berat, penggunaan Glass – Fiber Reinforced Epoxy pada pipa telah meningkat di banyak industri yang beragam seperti, di Offshore, pengolahan kimia dan tekanan pipa^[4].

1.1. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang maka dalam penelitian ini diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Membandingkan kekuatan antara material resin *Kanpe Clear NF* dengan las pada tiap - tiap variasi spesimen dengan uji tekuk (*Bending Test*), dan uji tarik (*Tensile Test*) di pipa baja.
2. Menjadikan bahan alternatif dalam hal membuat sambungan baru maupun pemeliharaan pada sambungan las atau kebocoran yang terdapat di pipa.

1.2. Pembatasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan penelitian sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam Penelitian ini adalah :

1. Pengujian yang digunakan hanya sebatas pengujian mekanik atau teknis.
2. Analisa kekuatan dan pengolahan data hanya didapat dengan menggunakan hasil dari alat uji tarik dan uji tekuk.
3. Material bahan yang dikaji adalah material resin *Kanpe Clear NF*.
4. Metode yang akan di terapkan pada spesimen atau pipa baja adalah laminasi.
5. Material yang digunakan adalah Pipa ASTM 53 grade B dengan ukuran 1 inch.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbandingan kekuatan sambungan pada pipa baja yang menggunakan variasi Las dengan yang menggunakan variasi *Kanpe Clear NF*, juga variasi Campuran dengan Las dan *Kanpe Clear NF*.
2. Mengetahui selisih perbandingan kekuatan pada tiap variasi sambungan pipa.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari Penelitian yang berjudul “Analisa Kekuatan Tarik Dan Tekuk Pada Sambungan Pipa Baja Dengan Menggunakan *Kanpe Clear NF* Sebagai Pengganti Las” untuk berbagai pihak diantaranya :

1. Kegunaan teoritis
Dapat memberikan sumbangan ilmu terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi material kapal di dunia pendidikan terutama dalam bidang perkapalan dan bidang perpipaan.
2. Kegunaan praktis
 - a) Bagi pemilik Industri diharapkan bisa mengurangi biaya operasional dan perawatan pipa baja maupun

membuat sambungan baru serta mendapatkan metode alternatif namun tetap memenuhi standar yang diinginkan.

- b) Bagi pemilik Industri, mendapatkan informasi tentang metode alternatif yang efisien dengan kekuatan yang maksimal untuk sistem perpipaan.
3. Bagi akademik
Penelitian ini dapat menjadi pemacu untuk kedepannya muncul penelitian yang lebih baik lagi tentang teknologi material dan teknologi perpipaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Adapun keuntungan pemakaian komposit untuk bahan alternatif pengganti las pada sistem perpipaan yaitu adalah Tidak mengalami korosi ataupun pembusukan sehingga mengurangi biaya perawatan, secara kimiawi tahan terhadap zat - zat kimia secara umum termasuk bahan bakar dan bahan polutan, sehingga tidak terpengaruh oleh proses hidrolisis yang merupakan hal yang sangat diperlukan dalam lingkungan sekitar, dapat dibentuk sebagai satu bagian tanpa sambungan yang anti bocor, sangat sesuai untuk sambungan pada pipa baja.

2.1. Pengertian Penguat

Penguat (*Reinforcement*) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Penguat mempunyai sifat kurang lentur (*ductile*) tetapi lebih kaku (*rigid*) serta lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serat buatan. Alasan digunakan sebagai serat penguat karena serat buatan adalah material yang sangat lembam (*inert material*), tidak dapat menyerap air, mengembang maupun membusuk, mempunyai daya tahan panas yang tinggi dan tidak dapat terbakar serta hanya zat kimia yang sangat kuat yang dapat merusaknya.

Jenis - jenis serat penguat berdasarkan komposisi kimianya adalah :

1. E - glass (*Electrical glass*)
Serat penguat borosilicate dengan ketahanan terhadap air dan zat kimia yang baik, dan merupakan jenis serat penguat yang sering digunakan pada pembuatan kapal.
2. S - glass (*Strength glass*)
Mempunyai sifat lebih kuat lebih kaku dan mahal. Umumnya digunakan untuk konstruksi pesawat terbang.

3. Kevlar (*Aramid*)
Serat sintesis yang mempunyai sifat thermoset, keras, tahan terhadap abrasi, memiliki kekakuan, kekuatan kelelahan kestabilan bentuk, dan kekuatan tumbuk yang baik. Dipergunakan sebagai serat penguat pada matriks keramik untuk mempertinggi ketahanan ledak/tembak pada kapal perang.
4. Serat Karbon (*Carbon Fibre*)
Serat penguat yang paling kaku, tetapi kekuatan tarik dan tekan sebanding dengan fiberglass. Mempunyai serat yang lebih lembut dan getas dibanding dengan fiberglass serta kekuatan tumbuk yang lebih rendah. Jenis serat ini hanya digunakan untuk keperluan khusus, yaitu mempertinggi ketahanan ledak/tembakan pada daerah kritis di lambung atau bangunan atas.

Tabel 2.1 Spesifikasi Tiap Serat Penguat

Serat	Massa Jenis	Modulus Young	Kekuatan Tarik
E - Glass	2,55 gr/cm ³	72 Gpa	2,4 Gpa
S - Glass	2,5 gr/cm ³	88 Gpa	3,4 Gpa
Kevlar	1,45 gr/cm ³	124 Gpa	2,8 Gpa
High Strength Carbon	1,74 - 1,81 gr/cm ³	248 - 345 Gpa	3,1 - 4,5 Gpa
High Modulus Carbon	2 - 2,8 gr/cm ³	520 - 823 Gpa	2,1 - 2,2 Gpa

2.2. Pengertian Matriks

Matriks umumnya lebih lentur (*ductile*) tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah. Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu *Fibrous Composites* (Komposit Serat), *Laminated Composites* (Komposit Laminat) serta *Particulate Composites* (Komposit Partikel).

Bahan yang umumnya dipakai sebagai matriks adalah resin atau polimer. Adapun jenis resin yang sering digunakan adalah :

1. Polyester (*Orthophalic*)
2. Polyester (*Isophathalic*)
3. Epoxy
4. Vinyl Ester
5. Phenolic

Jenis resin yang digunakan pada penelitian adalah *Kanpe Clear NF* atau jenis *Epoxy*. Resin tipe ini sangat tahan terhadap proses korosi dan asam - alkali. Resin tipe ini tahan terhadap proses korosi yang disebabkan oleh kelembaban lingkungan sekitar sehingga cocok untuk material pipa baja yang notabnya berada di daerah atau tempat dengan kadar asam tinggi. Dengan sifat ini, kerusakan yang disebabkan karena proses korosi dapat dihindari. Resin *Epoxy* ini mampu menahan

resapan air (*adhesion*) sangat baik dan kekuatan mekanik yang paling tinggi.

Adapun spesifikasi teknisnya adalah sebagai berikut :

- Masa jenis : 1,20 gr/cm²
- Modulus Young : 3,2 Gpa
- Angka Poison : 0,37
- Kekuatan Tarik : 85 Mpa

2.3. Bahan Pendukung

Selain resin dari serat penguat, terdapat pula bahan-bahan pendukung yang sesuai dengan fungsinya masing - masing ikut serta dalam proses pembentukan material komposit, antara lain :

1. Catalyst
Berfungsi untuk menimbulkan panas melalui reaksi kimia ketika dicampurkan pada resin sehingga terjadi proses polimerisasi. Katalis yang dipakai adalah Hardener Clear NF dan digunakan dengan komposisi 1: 2 dari fraksi berat Kanpe Clear NF.
2. Accelerator
Berfungsi agar katalis dan resin vinylester dapat berpolimerasi lebih cepat tanpa pemberian panas dari luar pada suhu kamar. Accelerator yang paling sering digunakan adalah cobalt naphthenate berwarna ungu dan digunakan dengan komposisi paling tinggi 1% dari fraksi berat resin polyester.
3. Styrene
Berupa cairan bening tidak berwarna yang berfungsi untuk mengencerkan tanpa merubah karakteristik resin yang stabil selama pengerasan. Jika resin digunakan dengan memakai alat penyemprot (*spray gun*) dengan komposisi penambahan 5 %-15 % dari fraksi berat resin.
4. Gel Coat
Merupakan polyester resin yang diformulasikan khusus untuk melapisi bagian luar dari fiberglass dari goresan. Sesuai dengan fungsinya, gel coat mempunyai ketahanan terhadap air, abrasi, dan cuaca, bebas retak serta memiliki penampilan warna (*pigmen*) yang indah dengan pemberian zat pewarna tidak boleh lebih dari 15% dari resin gel coat, ketebalan minimum 0,3 mm, dan ketebalan maksimum 1,0 mm. ketebalan gel coat yang biasa digunakan 0,5 mm.
5. Lapisan pelepas (*Mold Release*)
Berfungsi untuk mencegah laminasi FRP lengket dengan cetakan. Lapisan yang umum digunakan yaitu mold release wax (misalnya *mirror glaze*).

2.4. Bahan Komposit

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). menurut definisinya partikel ini berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi rata – rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrices composites*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak muda retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik.

2.5. Bahan Komposit Serat

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continous fiber*) dan serat pendek (*short fiber*) dan *whisker*. Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya, karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu kuat (*strong*), kaku (*stiff*), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik. Dalam pengembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang semakin diunggulkan dibandingkan material – material yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matrik yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal. Komposit pada umumnya menggunakan bahan plastik yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya selain itu plastik mudah didapat dan mudah perlakuannya, dari pada bahan dari logam yang membutuhkan bahan sendiri.

2.6. Tipe Serat Pada Komposit

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu :

1. *Continuous Fiber Composite*

Continuous atau uni-directional, mempunyai serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

2. *Non Crimp Fiber*

Serat ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Berbeda dengan jenis serat woven roving yang bergelombang, jenis serat ini cocok digunakan pada proses Coating dikarenakan permukaannya rata, sehingga dapat memaksimalkan fiber content. Contoh dari serat ini adalah serat biaxial.

3. *Discontinuous Fiber Composite*

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek.

4. *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid Fiber Composite merupakan komposit gabungan antara beberapa serat seperti penggabungan kevlar dengan karbon. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

Adapun dalam penelitian ini Serat yang dipakai pada penelitian ini adalah serat E - Glass Biaxial dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Serat E – Glass Biaxial 815

Width (mm)	: 1260
Density (Gr/m ²)	: 815 ± 8
Loss Of Ignition (%)	: 0.55 ± 0.15
Moisture Content (%)	: 0.1 Max
Tensile Strength (N/5Cm)	0° : 5100 90° : 5200
Roll Weight (Kg)	: 50

Biaxial fabric adalah sejenis dua lapis komposit atau fiber yang dibuat secara keliling, masing-masing lapisan diatur secara acak dan sejajar dalam arah 0 ° dan 90 °.

Properti :

1. Tidak ada pengikat sekunder
2. Cepat basah - habis
3. Mudah dalam proses operasi
4. Kekuatan Tinggi pada arah tertentu

Aplikasi:

Biaxial fabric dapat digunakan dalam proses *pultrusion mode, open lay-up*, dan proses pencetakan resin molding (RTM), Produk akhir adalah kapal Fiber, suku cadang otomotif, laminasi, pintu kendaraan, struktur, dll.

2.7. Resin Epoxy

Resin Epoxy sendiri adalah sebuah bahan kimia resin dari hasil polimerisasi epoxyda. Resin polimerisasi tersebut kemudian dikenal dengan nama resin thermoset yang membentuk ikatan molekul yang erat dalam suatu struktur antar polimer. Rangkaian yang membentuk epoxy tersebut memiliki proses pembentukan awal berupa cairan yang bereaksi secara kimiawi menjadi padat. Polimer epoxy ini sangat kuat secara mekanis. Polimer epoxy memiliki sifat tahan terhadap perubahan yang biasanya di miliki unsur-unsur kimia padat pada umumnya. Sifat rekatnya yang tinggi dihasilkan selama proses konversi dari cair ke padat. Polimer epoxy memiliki banyak varian sifat yang berbeda tergantung bahan kimia dasar dalam resin. Karena itu epoxy memiliki kelebihan dan fungsi yang berbeda-beda^[5].

2.8. Sifat – Sifat Bahan Resin Epoxy

Berdasarkan bahan dasar pembuatnya, sifat - sifat Resin Epoxy dapat di bedakan menjadi berikut :

1. Resin Bisfenol – A.

Kelekatannya terhadap bahan lain baik sekali. Bahan ini banyak di gunakan dalam cat untuk logam, perekat, pelapis dengan serat gelas, dsb. Pada pengawetan tak di hasilkan produk tambahan seperti air, dan penyusutan volume kurang. Kestabilan dimensinya baik, sangat tahan terhadap zat kimia dan stabil terhadap banyak asam kecuali asam pengoksid yang kuat, dan asam alifatik rendah, alkali dan garam. Karena tak diserang oleh hampir semua pelarut, bahan ini baik digunakan sebagai bahan yang non-korosif.

2. Resin Sikloalifatik

Bahan ini viskositasnya rendah dan ekuivalensi epoksinya kecil. Bahan berguna sebagai pengencer bisfenol karena mudah penanganannya. Karena kaku dan rapuh, bahan terutama digunakan untuk alat isolasi listrik yang diperkuat dengan serat gelas. Ketahanan busur dan sifat anti alurnya baik.

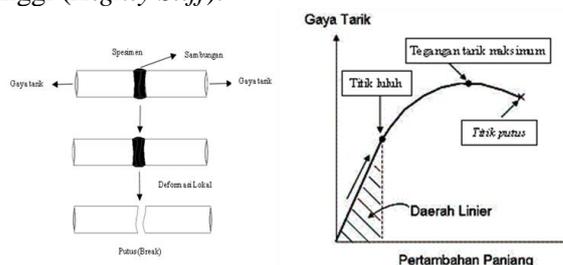
Adapun penelitian kali ini menggunakan Resin Epoxy Kanpe Clear NF dengan cara di laminasi. Spesifikasi dari resin epoxy nya adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Data Sheet Kanpe Clear NF

Type	: A highbuild epoxy resin with catalyst hardener			
Recomended Use	: Special for fibber casting / molding system			
Characteristic	: 1.Highbuild and heavy duty coatings			
	: 2.Excellent resistance to corrosive atmosphere such as salt water and chemicals			
	: 3.Tough and high abrasive resistance			
	: 4.Good applicability			
Colour	: Clear			
Appearance	: Matt			
Application Method	: Airless Spray / Brush			
Thinner	: N.A			
Thinner Ratio	: N.A (thinning results sagging and slow cure)			
Mixing Ratio	2	/	1	(by weight)
Pot Life	At Temperature	5°C	20°C	30°C
		30 min	25 min	20 min
Dry Film Thickness	: 300 microns / coat			
	: 2.5 m ² /L at 300 microns DFT			
Theoretical Coverage	: 2.3 m ² /Kg at 300 microns DFT			
	At Temperature	5°C	20°C	30°C
Drying Time	Surface dry	: 3hrs	2hrs	2hrs
	Touch dry	: 12hrs	8hrs	6hrs
Overcoating Interval	At Temperature	5°C	20°C	30°C
	Minimum	: 28hrs	16hrs	10hrs
Volume Solids	Maximum	: 1months	1months	1months
	: 76%			
Specific Gravity	: 1.09 g/ml (mixture)			
Flash Point	: 28°C			
Temperature Resistance	: Non continuous : 200°C , Continuous : 100°C			
Packaging	: 2Kg (1L) Base in 5 Liters container			
	: 1Kg (1L) Hardener in 1 Liter container			
Surface Preparation	: 1.All surface to be coated should be completely clean, dry and free from contamination			
	: 2.Remove salt and other waters-soluble contaminants by fresh water			
	: 3.Remove oil and grease with suitable detergent or solvent			

2.9. Pengujian Tarik

Tujuan uji tarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*Grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*Highly Stiff*).



Gambar 2.1 Ilustrasi Grafik Pengujian Tarik

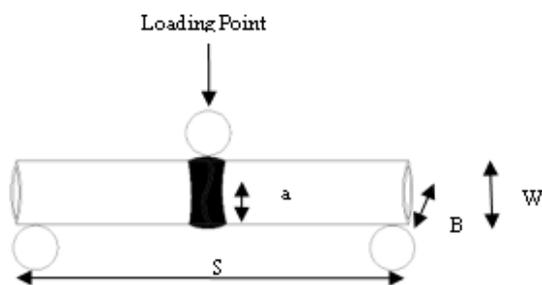
Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut “Ultimate Tensile Strength” disingkat dengan UTS, dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum. Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau linear zone. Tegangan Tarik di rumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

- σ : Tegangan Tarik Maksimal (N/mm²)
- F : Beban Maksimum (N)
- A₀: Luas Penampang Mula - Mula (mm²)

2.10. Pengujian Tekuk

Uji tekuk adalah salah satu uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tekan. Caranya adalah dengan memberikan gaya tekan kepada bahan uji. Untuk melaksanakan pengujian lentur, kita memerlukan benda uji yang lainnya. Benda uji itu dipasang pada mesin penguji, dengan gaya tekan yang akan semakin bertambah besar akhirnya menekan pada batang tersebut, maka batang ini akan menekuk dan akhirnya rusak dan pecah, namun pada beberapa kasus hanya mengalami retak saja.



Gambar 2.2 Ilustrasi Pengujian Tekuk

Pengujian ini merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap spesimen. Baik bahan yang akan digunakan pada kontraksi atau komponen yang akan menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Untuk menghitung kuat tekan dan modulus elastisitas benda uji dengan rumus :

$$\sigma_{fs} = \frac{3 \cdot F \cdot Ls}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad \text{dan} \quad MoE = \frac{F \cdot Ls}{4 \cdot W}$$

dimana :

- σ_{fs} = Kuat tekan maksimum (Mpa atau N/mm²)
- MoE = Modulus Elastisitas (Mpa atau N/mm²)
- F = gaya (N)
- Ls = Panjang span bidang uji (mm)
- W = Luas bidang uji (mm²)
- b = lebar spesimen (mm)
- t = tebal spesimen (mm)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang langkah langkah penelitian dari awal hingga akhir. Dari tahap studi kasus lapangan, survei, pengumpulan data, hingga membuat bahan uji dan melakukan metode uji yaitu uji tarik dan uji tekuk.

3.1. Materi Penelitian

Studi literatur dilakukan untuk membantu penyelesaian penelitian Penelitian ini. Studi literatur dilakukan menggunakan textbook, jurnal ilmiah, website dan lainnya. Dengan adanya studi literatur yang diambil dari textbook, jurnal ilmiah, website dan lainnya dapat menjadi landasan teori untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

3.2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk pengumpulan data yang dilakukan dengan wawancara langsung dengan pekerja PT. Bumi Mas Jaya Perkasa yang berada di kompleks Ruko Barcelona, Bencongan Indah Tangerang – Banten untuk menguji material komposit Kanpe Clear NF sebagai bahan alternatif penyambung pada pipa baja.

3.3. Memperoleh Persyaratan Teknis Material

Data persyaratan teknis dan kekuatan mekanik material mengacu pada pipa yang digunakan yaitu pipa Seamless ASTM A53 grade B dan mengikuti standar spesifikasi dari ASTM A53 dan untuk pengujian menggunakan standar metode ASTM E8 untuk uji tarik dan E190 untuk uji tekuk.

3.4. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan dan nilai kelenturan dari masing masing variasi spesimen pengujian.

1. Parameter Tetap :

- a. Pengujian dengan standar ASTM.
- b. Pengelasan dengan SMAW.
- c. Spesifikasi Resin Kanpe Clear NF.
- d. Spesifikasi pipa ASTM A53 Grade B.

2. Parameter Peubah :

- Sambungan pipa dengan lasan
- Sambungan pipa dengan Kanpe Clear NF
- Sambungan pipa dengan lasan di tambah dengan *Kanpe Clear NF*

3.5. Membuat Spesimen Uji

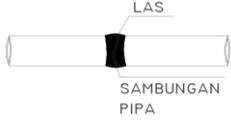
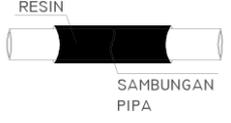
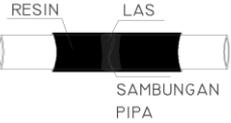
Dari data material komposit akan dibuat spesimen uji untuk pengujian sifat mekanis. Spesimen material komposit dibuat beberapa variasi berdasarkan pengujian dan pipa yang digunakan adalah pipa ASTM A53 Grade B dengan ukuran 1 inch berjenis pipa seamless.

Tabel 3.1 Data Sheet Pipa Seamless ASTM A53

Material	Carbon Steel
Standard	ASTM A53 Grade B
Pressure	Schedule 80
Size	Diameter 1 inch
Length	6 Meter
Manufacture	JFE
Country of Origin	Japan

3.6. Dimensi Spesimen

Tabel 3.2 Spesifikasi spesimen uji mekanik

Varian	Material	Panjang	Diameter	Tebal sambungan
Varian 1	 <p>Pipa dengan sambungan las</p>	400 mm	25,4 mm	1 mm
Varian 2	 <p>Pipa dengan sambungan resin</p>	400 mm	25,4 mm	2 mm
Varian 3	 <p>Pipa dengan sambungan las dan resin</p>	400 mm	25,4 mm	3 mm
Jumlah spesimen masing – masing = 4 spesimen				

3.7. Langkah-Langkah Pembuatan

Beberapa langkah dasar dalam pembuatan resin Kanpe Clear NF dengan adalah sebagai berikut :

- Pertama lakukan Grinding dan Brushing pada permukaan pipa baja agar resin melekat kuat. setelahnya bersihkan semua permukaan yang akan di lakukan Coating,
- Pastikan permukaan bersih dari berbagai segala kontaminasi.
- Siapkan resin Epoxy Kanpe Clear NF dan Katalis nya Kanpe Clear Hardener.

4.Lalu Campurkan 2 bahan Resin Epoxy tersebut dengan komposisi 2 : 1 berdasarkan berat, 2 untuk Kanpe Clear NF dan 1 untuk Kanpe Clear Hardener.

5.Pada Campuran ke 1 (Patching 1) masukkan tepung Silica aduk hingga kental.

6.Lalu membuat Campuran ke 2 (Patching 2) dengan komposisi yang sama tanpa menggunakan tepung Silica.

7.Kemudian gunakan Rollset Epoxy untuk melakukan Coating, yang perlu di perhatikan ketika melakukan Coating pipa harus dengan keadaan berdiri agar merekat dengan sempurna.

8.Untuk lapisan pertama gunakan Patching 1 untuk seluruh bagian permukaan pipa baja hingga merata. Sebelumnya serat fiber sudah di potong panjang dan lebarnya sesuai dengan kebutuhan laminasi.

9.kemudian celupkan serat fiber ke dalam campuran patching 2, setelah itu angkat dan laminasi pada pipa baja. Baiknya saat melaminasi gunakan cetakan agar hasil rapih.

10.Kemudian setelah melaminasi, pada bagian Top Coat lapis lagi dengan patching 2 menggunakan Rollset Epoxy, lalu diamkan hingga mengering.

11. Setelah itu tutup dengan Bagging Film dan diamkan selama 24 jam.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil yang telah didapat dari data-data eksperimen serta perhitungan-perhitungan dari permasalahan yang diangkat. Sebelum melakukan perhitungan, dilakukan pembuatan tabel untuk menggolongkan data berdasarkan variasi spesimen dan pengujian pada spesimen. Untuk memperoleh hasil dari data-data eksperimen, digunakan kaidah statistik dengan cara melakukan pengujian satu kali pada tiap – tiap spesimen di setiap variasi nya, yang kemudian diambil nilai rata-rata dari masing-masing variasi. Metode ini digunakan karena hasil dari nilai masing-masing variasi memiliki nilai yang berbeda pada setiap pengujian tarik dan pengujian tekuk. Langkah awal pada pembahasan mengenai masalah “Analisa Kekuatan Tarik Dan Tekuk Pada Sambungan Pipa Baja Dengan Menggunakan *Kanpe Clear NF* Sebagai Pengganti Las” dimulai dengan pembuatan spesimen dan di bagi menjadi tiga variasi yaitu pipa baja dengan sambungan las, pipa baja dengan sambungan non las dan juga pipa baja dengan sambungan las campuran.

4.1. Proses Pengelasan

Dimulai dengan pemotongan pipa baja ASTM A53 dengan ukuran 1 inch, di potong menjadi 48 bagian sepanjang 20cm, Pendinginan menggunakan metode air atau bahan lainnya akan mengakibatkan material mengalami deformasi yang tinggi, sehingga untuk mencegah terjadinya deformasi, material hanya didinginkan dengan didiamkan beberapa saat. lalu disisa kan sebanyak 16 batang untuk di las pada setiap sambungan nya. Pengelasan yang dilakukan tanpa menggunakan bevel dan proses yang digunakan adalah SMAW dengan elektroda 3,2mm dengan posisi las 1G (*Down Hand*).

4.2. Proses Penyambungan Dengan Resin

Proses penyambungan pipa baja dengan resin dilakukan dengan cara mencampurkan Kanpe Clear NF , Catalyst Hardener dengan Tepung Silika yang di campurkan dengan perbandingan 2 Kanpe Clear NF dan 1 Catalst Hardener dan juga tepung silika, semakin banyak tepung silika semakin kental campuran maka semakin bagus, lalu di lapiskan pada kedua ujung pipa dalam keadaan berdiri dan biarkan selama kurang lebih 2 jam untuk bisa campuran tadi menjadi kering dan membuat kedua pipa baja tadi menempel satu dengan lain. Setelah itu pipa baja yg sudah siap, dilaminasi dengan campuran yg pertama untuk pelapisan di dasar pipa berikutnya fiber glass tipe biaxial di celupkan pada campuran yang tidak menggunakan tepung silika lalu di laminasi pada pipa dan di tutup dengan plastik bagging film biarkan hingga mengering.

4.3. Proses Penyambungan Pipa Variasi Campuran

Pada Proses penyambungan pipa baja variasi campuran (las dan resin tersebut) tidak berbeda jauh dengan penyambungan variasi las dan variasi resin saja. Pada proses penyambungan ini, proses pertama adalah pipa baja di las terlebih dahulu dan kemudian pipa baja yang sudah di las di laminasi dengan fiber glass dan resin tersebut sehingga hasilnya sama dengan hasil dari variasi yang resin saja.

4.4. Hasil Pengujian Tarik

Tegangan tarik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum yang dicapai selama percobaan uji tarik dengan luas penampang batang mula-mula. Pengujian dilakukan dengan cara mencekam kedua sisi spesimen yang berlawanan arah sampai spesimen patah. Tujuan dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik rata-rata. Sedangkan spesifikasi mesin yang digunakan

adalah merk UPM 1000. Pembuatan spesimen untuk pengujian dilakukan di bengkel las. Pengujian tarik dilakukan di B2TKS – BPPT komplek PUSPIPTEK Tangerang. Sebelum spesimen diuji, dilakukan pengukuran spesimen menggunakan *Vernier Caliper* sebagai acuan perhitungan uji tarik.

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Tarik Las

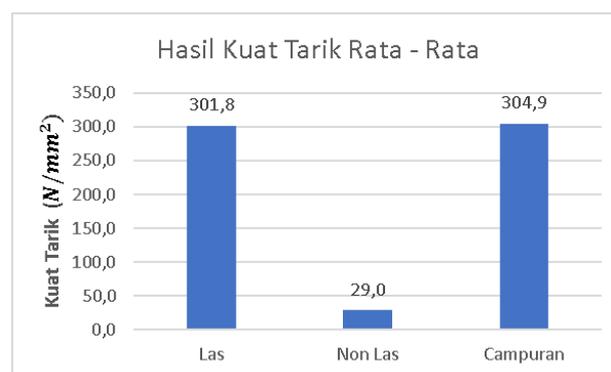
No	Dimensi		Ao (mm ²)	Fm (kN)	σ_u (N/mm ²)	Kode
	Do	Di				
1	33,59	24,96	396,6	122,5	308,8	L1
2	33,57	24,76	403,4	122,5	303,7	L2
3	33,59	24,86	400,6	122,5	305,8	L3
4	33,70	24,40	424,2	122,5	288,8	L4

Tabel 4.2 Data Hasil Uji Tarik Non Las

No	Dimensi		Ao (mm ²)	Fm (kN)	σ_u (N/mm ²)	Kode
	Do	Di				
1	38,74	24,75	697,3	20,0	28,7	NL1
2	38,50	24,85	678,8	20,0	29,5	NL2
3	38,60	24,78	687,6	20,0	29,1	NL3
4	38,67	24,65	696,9	20,0	28,7	NL4

Tabel 4.3 Data Hasil Uji Tarik Las Campuran

No	Dimensi		Ao (mm ²)	Fm (kN)	σ_u (N/mm ²)	Kode
	Do	Di				
1	35,59	24,96	505,3	157,5	311,7	LC1
2	35,60	24,76	513,6	157,5	306,6	LC2
3	35,70	24,88	514,5	157,5	306,1	LC3
4	35,71	24,40	533,7	157,5	295,1	LC4



Gambar 4.1 Diagram Rata - Rata Kuat Tarik

Ditinjau dari diagram hasil rata – rata uji tarik dapat disimpulkan bahwa nilai rata - rata pada variasi las memiliki nilai 301,8 N/mm², dan hasil rata - rata pada variasi non las (resin saja) memiliki nilai 29,0 N/mm², dan yang terakhir untuk variasi campuran (las dengan resin) di dapatkan nilai 304,9 N/mm². Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai lasan antara lain kurangnya penetrasi, kemungkinan cacat las, lalu tidak adanya gap atau bevel, lalu untuk variasi resin atau non las faktor yang mempengaruhi antara lain campuran yang kurang homogen, proses laminasi yang kurang baik, proses brushing

dan grinding yang kurang bersih dan baik pada base metal, dan sama halnya dengan yang campuran, faktor yang mempengaruhi seperti cacat pada las maupun pada resin tersebut. Khusus untuk pengujian tarik dikarenakan spesimen di tutupi oleh bagging film yang membuat licin ketika di uji tarik maka harus di hilangkan di kedua sisi spesimen.



Gambar 4.2 Uji Tarik

4.5. Hasil Pengujian Bending

Pada data hasil pengujian tekuk (bending test) diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan nilai beban maksimal yang dapat diterima oleh material (ρ max) dan kuat tekan (kg/mm^2). Nilai beban maksimal diperoleh langsung pada layar load pada mesin uji bending. Hasil pada layar load tersebut kemudian dikalikan dua dikarenakan kalibrasi pada alat uji tersebut. Setelah didapat nilai beban maksimal (ρ max) maka dapat dicari nilai kuat tekan (N/mm^2). Sedangkan Spesifikasi mesin yang digunakan adalah merk UPM 200. Pembuatan spesimen untuk pengujian dilakukan di bengkel las. Pengujian tarik dilakukan di B2TKS – BPPT kompleks PUSPIPTEK Tangerang. Sebelum spesimen diuji, dilakukan pengukuran spesimen menggunakan Vernier Caliper sebagai acuan perhitungan uji bending.

Tabel 4.4 Data Hasil Uji Bending Las

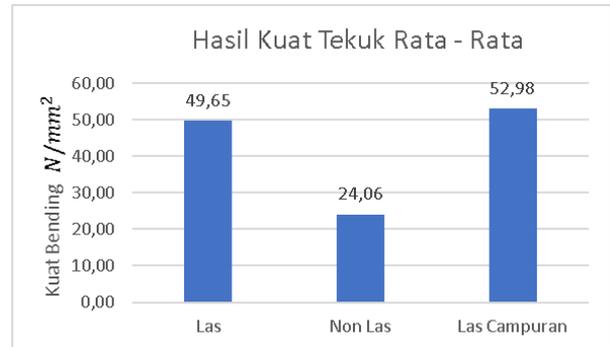
No	Dimensi (mm)		Ao (mm^2)	Jarak Tumpuan (mm)	Gaya Maksimum (kN)	Beban Maksimum (N)	Kuat Bending N/mm^2
	Do	Di					
1	33,59	24,96	396,65	175	20,0	20000	50,42
2	33,57	24,76	403,40	175	20,0	20000	49,58
3	33,60	24,80	403,43	175	20,0	20000	49,58
4	33,78	24,93	407,87	175	20,0	20000	49,03

Tabel 4.5 Data Hasil Uji Bending Non Las

No	Dimensi (mm)		Ao (mm^2)	Jarak Tumpuan (mm)	Gaya Maksimum (kN)	Beban Maksimum (N)	Kuat Bending N/mm^2
	Do	Di					
1	38,74	24,60	703,07	175	17,0	17000	24,18
2	38,77	24,64	703,35	175	17,0	17000	24,17
3	38,96	24,80	708,73	175	17,0	17000	23,99
4	38,98	24,76	711,51	175	17,0	17000	23,89

Tabel 4.6 Data Hasil Uji Bending Las Campuran

No	Dimensi (mm)		Ao (mm^2)	Jarak Tumpuan (mm)	Gaya Maksimum (kN)	Beban Maksimum (N)	Kuat Bending N/mm^2
	Do	Di					
1	36,57	24,50	578,64	175	32,0	32000	55,30
2	36,85	24,52	594,00	175	32,0	32000	53,87
3	36,55	23,33	621,42	175	32,0	32000	51,50
4	36,72	23,52	624,21	175	32,0	32000	51,27



Gambar 4.3 Diagram Rata - Rata Kuat Tekuk

Ditinjau dari diagram hasil rata – rata uji bending dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata pada variasi las memiliki nilai 49,65 N/mm^2 , dan hasil rata - rata pada variasi non las (resin saja) memiliki nilai 24,06 N/mm^2 , dan yang terakhir untuk variasi campuran (las dengan resin) di dapatkan nilai 52,98 N/mm^2 . Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai lasan antara lain kurangnya penetrasi, kemungkinan cacat las, lalu tidak adanya gap atau bevel, lalu untuk variasi resin atau non las faktor yang mempengaruhi antara lain campuran yang kurang homogen, proses laminasi yang kurang baik, proses brushing dan grinding yang kurang bersih dan baik pada base metal, dan sama halnya dengan yang campuran, faktor yang mempengaruhi seperti cacat pada las maupun pada resin tersebut.



Gambar 4.4 Uji Tekuk

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan hasil perhitungan, kesimpulan di dapatkan sebagai berikut :

1. Rata - rata perbandingan kekuatan sambungan pada pipa baja :

a) Ditinjau dari diagram hasil rata – rata uji tarik didapatkan nilai pada variasi las 301,8 N/mm^2 , pada variasi non las (resin saja) memiliki nilai 29,0 N/mm^2 , dan yang terakhir untuk variasi campuran (las dengan resin) di

dapatkan nilai 304,9 N/mm², dari hasil tersebut didapatkan kenaikan kekuatan sebesar kurang lebih 5% pada variasi campuran jika dibandingkan dengan las biasa.

b) Ditinjau dari diagram hasil rata – rata uji bending didapatkan nilai pada variasi las 49,6 N/mm², pada variasi non las (resin saja) memiliki nilai 24,0 N/mm², dan yang terakhir untuk variasi campuran (las dengan resin) di dapatkan nilai 52,9 N/mm², dari hasil tersebut didapatkan kenaikan kekuatan sebesar kurang lebih 5% pada variasi campuran jika dibandingkan dengan las biasa.

2. Selisih perbandingan rata – rata kekuatan pada tiap variasi sambungan pipa adalah :

a) Ditinjau dari diagram hasil rata - rata uji tarik dapat disimpulkan bahwa selisih nilai rata - rata antara variasi las dan resin memiliki nilai 272,8 N/mm² atau selisih sebesar kurang lebih 70%, selisih nilai rata - rata antara variasi campuran dan resin memiliki nilai 275,9 N/mm² atau selisih kurang lebih 75%, dan yang terakhir antara variasi las dengan campuran di dapatkan nilai 3,1 N/mm² atau selisih kurang lebih 5%.

b) Ditinjau dari diagram hasil rata – rata uji bending dapat disimpulkan bahwa selisih nilai rata – rata antara variasi las dan resin memiliki nilai 25,5 N/mm² atau selisih kurang lebih 50%, selisih nilai rata - rata antara variasi campuran dan resin memiliki nilai 28,8 N/mm² atau selisih kurang lebih 55% dan yang terakhir antara variasi las dengan campuran di dapatkan nilai 3,33 N/mm² atau selisih kurang lebih 10%.

5.1. Saran

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada variasi las lebih baik menggunakan metode sambungan bevel, berikan jarak atau gap untuk kedua pipa yang akan di sambung sebesar 2mm, menggunakan metode pengelasan yang lebih baik ditinjau dari arus, ampere, dan elektroda.
2. Pada tiap variasi lakukan brushing dan grinding pada permukaan pipa sebelum dilakukan laminasi, lalu menggunakan cetakan agar hasil laminasi lebih baik dan tebal merata.
3. Pada penelitian ini resin tidak disarankan untuk menggantikan las secara penuh,

terkecuali untuk keadaan yang darurat sebagai alternatif.

4. Pada penelitian ini resin disarankan untuk menambal kebocoran di las pada pipa baja, maupun menjadi penguat saat membuat sambungan baru di las pada pipa baja.
5. Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan variasi campuran yang lebih baik dari standar yang digunakan pada penelitian ini khususnya pada variasi campuran resin nya serta menggunakan metode pengujian lainnya seperti uji korosi, uji kekedapan, dan juga uji tekanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tudjono, S., Ay, H., & Ardi, B. (2015). An experimental study to the influence of fiber reinforced polymer (FRP) confinement on beams subjected to bending and shear. *Procedia Engineering*, 125, 1070–1075.
- [2] Osouli-Bostanabad, K., Tutunchi, A., & Eskandarzade, M. (2017). The influence of pre-bond surface treatment over the reliability of steel epoxy/glass composites bonded joints. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 75(February), 145–154.
- [3] Pramanta, D., Teknik, J., Industri, F. T., & Sepuluh, I. T. (2012). Pengaruh Komposisi Phenolic Epoxy Terhadap Karakteristik Coating Pada Aplikasi Pipa Overhead Debutanizer, 1(1), 1–6.
- [4] Alshahrani, R. F., Merah, N., Khan, S. M. A., & Al-nassar, Y. (2016). International Journal of Impact Engineering On the impact-induced damage in glass fiber reinforced epoxy pipes. *International Journal of Impact Engineering*, 97, 57–65.
- [5] Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*, 372.